

## ОЦЕНКА СТАБИЛНОСТТА НА ЛИНИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ВАФЛИ

Венцислав Ненов, Емилиян Пашамов, Миглена Иванова  
*Университет по Хранителни Технологии – Пловдив*

### STABILITY ASSESSMENT OF A PRODUCTION LINE FOR WAFERS

Ventsislav Nenov, Emilian Pashamov, Miglena Ivanova  
*University of Food Technologies – Plovdiv*

#### **Abstract**

*The quality of food and food production depends to a large extent on the durability of machines, appliances and equipment, and their stable functioning as an integral unit. The paper presents a quantitative stability assessment of the development level of a production line used for making chocolate wafers, carried out through quantitative determination of line's stability with respect to certain quality parameters.*

**Keywords:** quality, stability, production l.

#### **Въведение**

Изискванията за високо качество на хранителните продукти са пряко свързани с производствените линии на които те се произвеждат. Последните най-често са комплексно механизирани или автоматизирани и са обвързани с едросерийно или масово производство. Такова е производството на обикновени и шоколадови вафли.

Показателят предложен за оценка на нивото на организираност на сложните технически системи от проф.В.А.Панфилов [2] е стабилността на всяка подсистема и на цялата производствена линия. В основата му е заложен кибернетичния принцип “вход-изход” – на черната кутия. За да се осъществи определянето ѝ е необходимо да се познава структурата на технологичната линия и всички процеси протичащи в нея и да се построи операторен модел. Последния се прави с помощта на процесори представляващи общоприети символи на типовите процеси [2].

#### **Материали и методи**

В работата е изследвана технологична поточна линия от „Захарни заводи” АД гр. Горна Оряховица за производство на шоколадови вафли.

Предвиденият технологичен контрол включва контрол на суровините (входящ контрол), контрол на полуфабрикатите (текущ

контрол) и контрол на готовите изделия (изходящ контрол).

Показателите, които се следят са: вискозитет на пълнежната маса; обща влага на изделието – 1,24%; външен вид; форма на изделието; повърхност на готовия продукт; цвят на корите и пълнежите; строеж при разрез – дали корите са прилепнали добре за пълнежа; структура на пълнежите – трябва да са добре хомогенизирани; вкус и мирис.

Приетите основни показатели на качеството на изходите на различните подсистеми на шоколадовите вафли са:

- влагосъдържание на определен междинен продукт или съставка - определя се по бърз, експресен метод чрез калибриран влагомер на ТЕСТО с който резултатите се отчитат на дисплея директно в десети от %;

- температура - измерва се директно чрез калибриран контактен термометър на ТЕСТО с точност до една десета от градуса;

- маса - използвана е калибрирана електронна везна “Kern” с обхват до 400 g и точност до 0,02 g;

- форма, повърхност и добър външен вид на продукта - формата на всички произведени лукчета трябва да е една и съща, като са спазени изискванията за добри, на външен вид, повърхности;

- качество на опаковане, индивидуално и общо - да нямат открити части, да са плътно

опаковани с непропусклив шев и да нямат контакт с въздуха от околната среда – да са херметично опаковани. Опаковката трябва да е правилно направена и отрязана на точно определените за целта места.

На фиг. 1 е показана схемата на технологичните процеси при производство на вафлите. Тя има три потока от които се оформят вафлите – кори, пълнеж и кувертюж.

- Приготвяне на тестото за вафлените кори

Тестото трябва да е с рядка консистенция (млекообразна) с нисък вискозитет и висока влажност 65÷68 %. Благодарение на тази консистенция от него се получават тънки порьозни листове. Ако влажността на тестото намалее следва увеличаване на вискозитета му, което от своя страна затруднява дозирането и вафлените кори се изпичат лошо. Увеличаването на влажността на тестото довежда до намаляване на производителността на печите и увеличаване на отпадъците при изпичане.

Качеството на тестото за вафлените кори зависи от качеството на използваните суровини и по – специално от качеството на брашното. Брашното съдържа глутен, чието количество влияе на вискозитета на тестото, също така и силата на глутена оказва влияние върху вискозитета. Най – високо качествени кори се получават от брашно, в което съдържанието на глутен е 32%.

Тестото се замесва в турбомиксери. Това са периодично действащи машини, като времето за замесване е между 3 до 5 минути и протича при температура 18<sup>0</sup> С. Първо се дозира водата. Ръчно се дозират набухвателите, солта и маслото. Брашното чрез пневматичен транспорт постъпва в оперативен бункер, а от там с масов дозатор се дозира необходимото количество във турбомиксерите. Начин на подаване на брашното в машината за замесване влияе върху консистенцията на тестото. При поставяне на цялото количество брашно наведнъж, се получава гъсто, жилаво тесто, което е в резултат на неравномерно разпределение на водата в брашно-водната смес. Постепенното подаване на брашното в процеса на размесване спомага за образуване на хидратни обвивки около частиците на набъбналия глутен, като по този начин се възпрепятства слепването им в агрегати.

Оптималната температура на тестото трябва да бъде 15÷20<sup>0</sup>С. С повишаване на температурата вискозитета на тестото се увеличава, поради по-голямото набъбване на белтъчините. Това е причина за влошаване качеството на вафлените кори.

Полученото тесто се подава в междинен резервоар с бъркащо устройство. От резервоара тестото постъпва в печите за изпичане на вафлени кори.

- Изпичане на вафлените кори

Вафлени кори се изпичат в електрически пеци с непрекъснато действие, снабдени с 24 пресформи и устройство за автоматично снемане на корите. Пресформите са съставени от две плочи свързани шарнирно, в които има монтирани електрически нагреватели. Те са закрепени на верижен транспортър, и се отварят и затварят с помощта на пространствени профилни направляващи. Тестото се подава с регулируеми дозираци помпи за получаване на вафлени кори с желана дебелина. Вафлените кори са с размерите на пресформите 450/250 mm. Корите се изпичат при температура 160÷170<sup>0</sup> С за 2÷3 минути. Изпечените кори са с остатъчна влажност 2 до 4 %.

При изпичането се отделя голямо количество вода. Вафленото тесто в първите секунди от изпичането получава голямо количество топлина от пресформите, което довежда до интензивен масообмен в контактния слой. Благодарение на това, че за кратко време се отделя голямо количество вода се образува порьозната структура на вафлените кори.

- Охлаждане на вафлените кори

Корите се отнемат от пресформите с помощта на механично устройство. Посредством барабани четкови устройства корите се почистват от страничните отливаци на тестото, които падат под транспортъра. След това корите се поемат от специален охладител за вафлени кори, където се осъществява охлаждане.

Вафлените кори са тънкостенни порьозни листове, които бързо и лесно поемат влага от околната среда. Този процес протича до настъпване на равновесие между влажността на корите и околната среда. Охлаждането е до температура 25÷30<sup>0</sup> С и продължава 1 до 2 минути. В следствие равномерното охлаждане в устройството се избягва възникването на вътрешни напрежения и изкорубването на корите.

- Приготвяне на пълнеж

Характерно за пълнежната маса е, че трябва да има добре изразена мажеща се консистенция.

Получаването на пълнежа става в топкови мелници, които имат задачата да смелят и хомогенизират всички компоненти равномерно.



Смляната пудра захар чрез елеватор се дозира в смесителя. Чрез дозатори се подават и останалите по рецептура сипещи се компоненти.

Възвратим брак се получава при нарязването на вафлените платки на вафли. Той се събира в съдове от неръждаема стомана и се смилва на волфмашина. След като е смлян възвратимия брак се добавя към пълнежа на вафлите.

Течните компоненти се дозират с помощта на магнитни вентили и бързо затварящи се шибри. Работата на дозиращите устройства се контролира от компютърно устройство, което отчита количеството на твърдите и течни компоненти.

Лецитинът и есенцията се добавят ръчно.

Пастената маса има температура 40°C. Тя се изпраща за конширане, което продължава 5÷6 часа. В процеса на конширане вследствие на интензивното разбъркване пълнежната маса се хомогенизира и се аерира с голямо количество въздух, което се отразява благоприятно върху качеството на готовия продукт. Температурата на готовата паста е около 40÷45<sup>0</sup> С. Полученият пълнеж с помощта на помпи се транспортира до сборници за съхранение, а от там постъпва в мазачните машини.

- Приготвяне на кувертюра

Кувертюра се получава от кристална захар, хидрогенирано масло, лецитин, ванилин, сухо мляко, какао на прах, соево брашно и аромат. Приготвя се аналогично на пълнежа, като температурата също е 45<sup>0</sup> С. Температурата не трябва да е по-висока, поради наличието на сухо мляко в състава на кувертюра. Ако е по-висока полезните вещества ще се разрушат. След получаване на кувертюра той също се транспортира до сборници за съхранение, в които се поддържа определена температура. Транспортирането става с помпи по нагревателни тръбопроводи.

- Намазване на вафлените кори с пълнеж

Вафлите са 7 слойни т.е състоят се от 4 слоя кори и 3 слоя пълнеж, тункваните вафли освен кори и пълнеж са облети със слой кувертюра.

Формуването на вафлите става като вафлените кори се намазват с пълнеж. Редуват се кора, слой пълнеж, кора, пълнеж и така до достигане на платки с желана дебелина. Последната кора не се намазва отгоре.

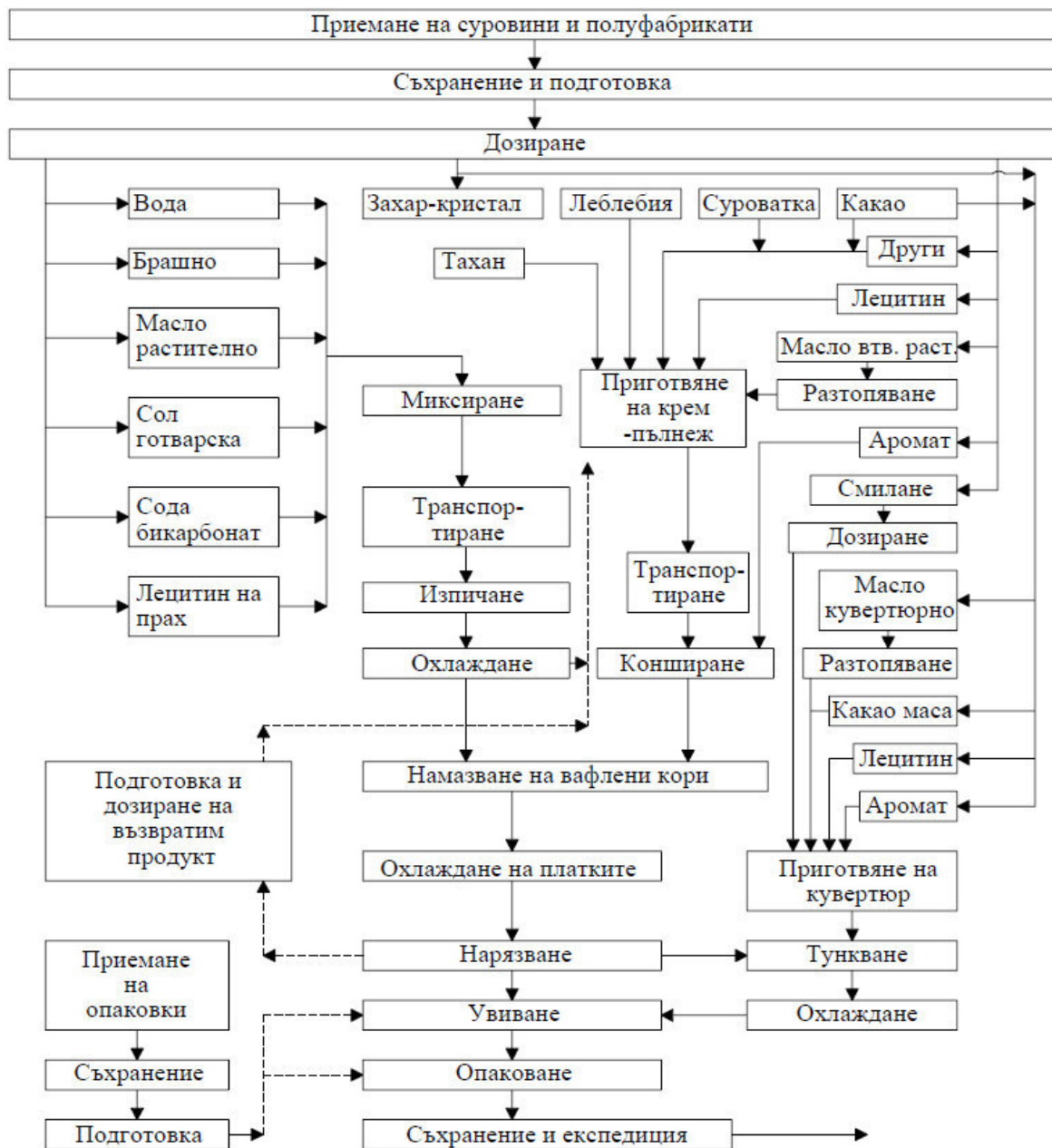
Намазването на вафлените кори се извършва от намазваща машина с контактно намазване, което се състои от един приемен резервоар с един вал разположен в долната и част, контактуващ с лентов транспортър. Дозирането на пастата се извършва с механично устройство, което се командва от табло. По този начин се постига равномерно нанасяне на слой паста върху вафлените кори. Температурата на пълнежа е 36÷42 °С, която се контролира от темпериращите сборници за пълнеж, а температурата на вафлените кори е около 30°C. При намазването се следи съотношението вафлени кори към пълнеж, което трябва да е 25:75 %. Подаването на нови кори към мазачната машина става с лентов транспортър.

- Охлаждане и нарязване

Получените платки се притискат от валово устройство и минават с помощта на лентов транспортър в охладителна камера за да се охладят и да придобият здравина. Здравина се получава като мазнината в пълнежа се втвърди, при това втвърдяване корите се слепват с пълнежа. Охлаждането се извършва в спирален хладилен шкаф. Като студоносител се използва въздух, температурата на който се поддържа в границите 5÷10<sup>0</sup> С. Времето за охлаждане зависи от количеството и дебелината на пълнежа. То се движи между 10 и 20 минути.

От хладилният шкаф вафлените платки отиват на машини снабдени със струнни ножове, където се осъществява нарязването и получаването на готови вафли, които ако е необходимо се тункват.

От резачната машина нарязаните готови вафли се придвижват към опаковъчна машина ако не се тункват.



Фиг. 1. Схема на технологичните процеси при производство на шоколадови вафли

- Тункване на вафлите

След охлаждането и нарязването на вафлените платки, готовите вафли постъпват в тунк-машина. Там те преминават през завеса от кувертюра. Облети с кувертюра те се придвижват към изхода на тунк-машината. Преди да излязат от нея насочена струя въздух с определена скорост, създавана от вентилатор, отстранява излишното количество кувертюра. Регулирайки скоростта на въздуха, се регулира и количеството на кувертюра върху вафлата. След като излязат от тунк-машината вафлите постъпват в хладилен

тунел за охлаждане. Това се прави за да втвърди кувертюра. За студоносител се използва въздух с температура  $6 \div 10^0$  C, времето за охлаждане е между 10 и 20 минути. След охлаждане тункваните вафли отиват за опаковане в единични опаковки.

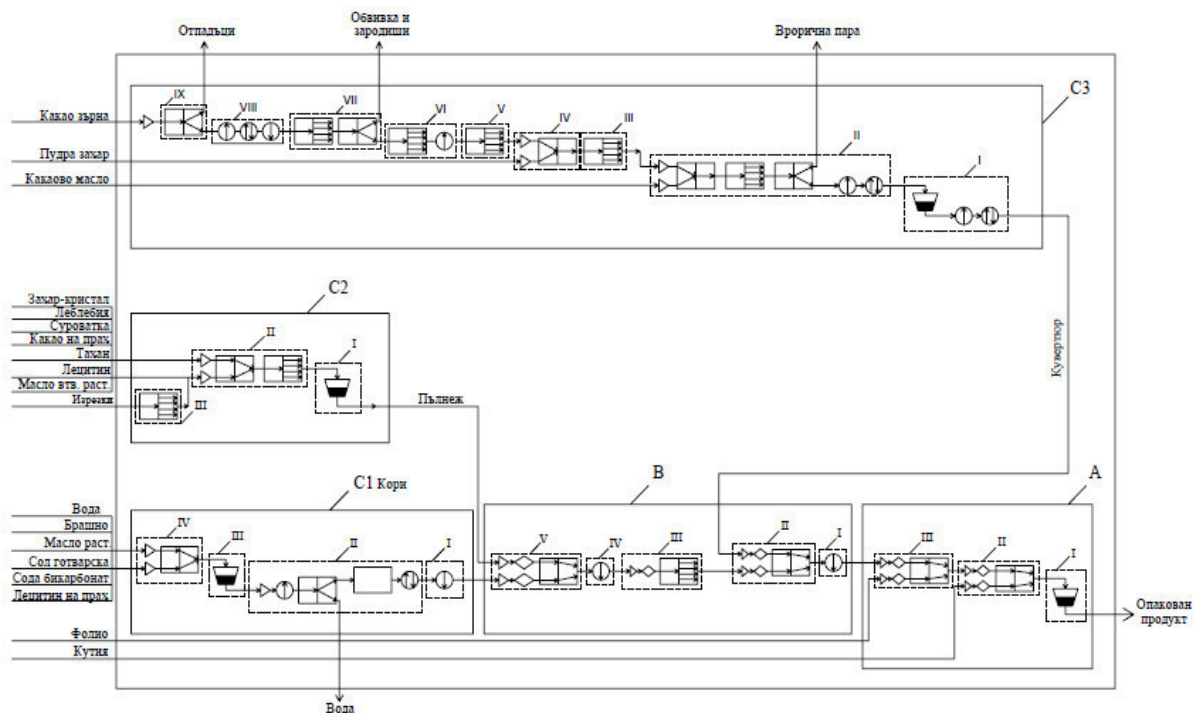
- Опаковане на вафлите

Опаковането на вафлите се извършва на опаковъчна машина тип Flow pack. Прави се шев от двата края и на гърба на изделиято. Обикновените вафли се опаковат в сборни пакети. Предвидени са 150g на пакет или това са

6 бр. вафли по 25g . Като опаковъчен материал се използва специално термопластично метализирано фолио, целофан или пропилен. За една смяна се произвежда 2 тона готова продукция за която се изразходва 38 kg опаковки. Готовите пакети се подреждат в кашони.

Тункваните вафли се опаковат по единично в алуминизирано фолио и след това се подреждат в картонени кутии.

Опакованите вафли се изпращат в склада за готова продукция, където се поддържа температура  $18\div 20^{\circ}\text{C}$  и относителна влажност на въздуха  $65\div 70\%$ . Трайността на вафлите е 60 дни от датата на производство.



Фиг. 2. Операторен модел на технологична система (технологична поточна линия) за производство на тунквани шоколадови вафли

Операторният модел на технологичната поточна линия за производство на тунквани вафли, показан на фиг.2., се състои от 5 подсистеми означени с C1, C2, C3, B и A. С „C1“, „C2“, „C3“ са обозначени подсистемите в които се подготвят отделните съставни материали от които се изготвя крайния продукт, като на входа на всяка система са записани необходимите продукти влизащи в състава им. С „C1“ е обозначена подсистемата в която се подготвят вафлените кори, с „C2“ – пълнежа, а с „C3“ е приготвянето на кувертюра. С „B“ е обозначена основната подсистема на технологичната линия, в която се осъществяват процесите преобразуващи изходните, предварително подготвени, съставни материали в готови изделия. Подсистемата „A“ е последната подсистема, в която готовите тунквани вафли се опаковат. С римски цифри, конкретно за всяка

подсистема, са означени отделните машини от състава на технологичната поточна линия.

### Резултати и обсъждане (оценка на цялостта)

За оценка цялостта на поточната линия за производство на вафли са оценени нивото на качество на отделните подсистеми по един показател, който се явява най-важен показател за качеството на подсистемата.

Изходът на подсистема „C3“ се характеризира с определена влажност на кувертюра  $w_{\text{кув.}}$ . Подсистема „C2“ – влажност на пълнежа  $w_{\text{п.}}$ . Подсистема „C1“ се характеризира с повече от един значим параметър – влажност  $w_{\text{кори}}$  и маса  $m$  на вафлените кори. Тук е необходимо да се анализира значението на всеки параметър като се вземе предвид тяхната тежест (за масата  $K_M = 0,6$ , а за влажността  $K_w = 0,4$ ). Обобщената ентропия



на изхода на подсистемата се пресмята като обобщения показател на нейното качество  $K$  по формула 1.13.

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i = K_M \cdot M + K_w \cdot w =$$

$$0,6 \cdot m + 0,4 w_{\text{кори}}$$

където  $K_i$  е стойността на  $i$ -ия показател за качеството на подсистемата, а  $M_i$  – съответния коефициент на тежест на показателя и  $\sum_{i=1}^n M_i = 1$ .

Резултатите са посочени в таблица 1.

Подсистема „В” се характеризира с масата  $m$  на една вафла, а подсистема „А” – качество на опакованата продукция.

По време на изследването са вземани по 20 проби от изхода на всяка подсистема като измерванията са на 1 и 8 часа. Стойностите на извадките са посочени в таблица 2. При определяне стабилността на подсистемите, обема на извадките разделям на два интервала. Първият – I, обхваща областта с граници  $\bar{x}_i \pm s_c$ , която се счита за област на стабилна работа, а във вторият – II, влизат всички стойности на изходните

параметри, които не са в първата област.  $\bar{x}_i$  и  $s_i$  са съответно средно аритметична стойност и средно квадратично отклонение на стойността на изходния параметър на подсистемата.

Най-важните показатели на качество на подсистемите с техните интервали на стабилност са изведени в таблица 3.

Ентропията на процесите в подсистемите  $H_L$  и стабилността на подсистемите са изчислени по [2,4]. Резултатите за записани в таблица 4.

Нивото на цялост на поточната линия определяме с формулата [2, 4]:

$$\theta_{C_3 C_2 C_1 B A} = \eta_{C_1} + \eta_{C_2} + \eta_{C_3} + \eta_{B/C_3 C_2 C_1} + \eta_{A/C_3 C_2 C_1 B} - 4$$

Нивото на цялост на поточната линия за един час е:

$$\theta_{C_3 C_2 C_1 B A} = 0,71 + 0,71 + 0,53 + 0,71 + 1 - 4 = -0,34$$

Нивото на цялост на поточната линия за една работна смяна е:

$$\theta_{C_3 C_2 C_1 B A} = 0,39 + 0,53 + 0,53 + 0,71 + 0,71 - 4 = -1,13$$

Таблица 1

Проба №	1 час		8 часа		K1	K8
	m, g	w, %	m, g	w, %		
1	42,8	2,76	43,2	2,57	26,78	26,95
2	43,5	2,85	42,5	2,63	27,24	26,55
3	41,7	2,52	<b>44,3</b>	<b>2,48</b>	26,03	27,57
4	<b>39,5</b>	2,6	43,5	2,52	<b>24,74</b>	27,11
5	43,6	2,9	41,8	2,67	27,32	26,15
6	42,3	2,75	40,7	2,59	26,48	25,46
7	41,5	2,95	<b>39,3</b>	2,64	26,08	<b>24,64</b>
8	41,8	3	40,8	2,78	26,28	25,59
9	<b>44,3</b>	<b>3,2</b>	42,6	2,91	<b>27,86</b>	26,72
10	41,8	2,8	42,2	<b>3,3</b>	26,20	26,64
11	42,2	2,55	41,5	3	26,34	26,10
12	42,6	<b>2,48</b>	43,4	2,96	26,55	27,22
13	42,1	2,67	42,8	2,84	26,33	26,82
14	42,9	2,75	44	2,92	26,84	27,57
15	43,5	2,8	<b>44,5</b>	2,53	27,22	<b>27,71</b>
16	43,1	<b>2,45</b>	43,5	2,5	26,84	27,10
17	42,5	2,96	42,9	2,56	26,68	26,76
18	41,9	2,74	43,2	<b>2,45</b>	26,24	26,90
19	42,3	2,75	42,8	2,68	26,48	26,75
20	41,8	2,5	43,6	2,73	26,08	27,25



Таблица 2

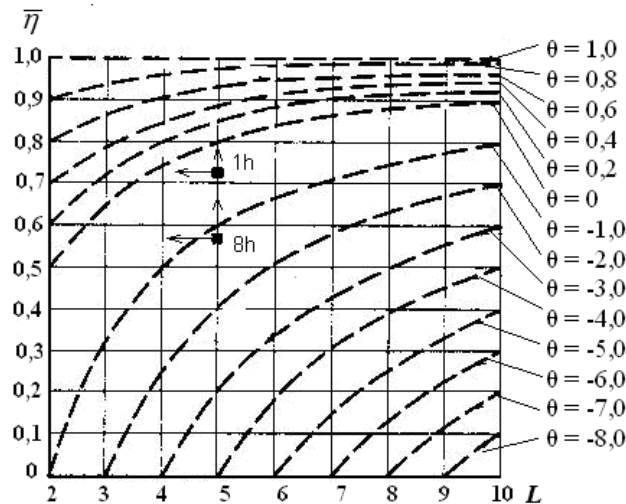
Проба №	C2		C3		B		A	
	1 ч.	8 ч.	1 ч.	8 ч.	1 ч.	8 ч.	1 ч.	8 ч.
1	1,3	1,43	1,46	1,32	24,4	25,6	да	да
2	1,26	1,32	1,23	1,28	25,1	24,9	да	да
3	1,32	1,28	1,49	1,46	25,8	24,2	да	да
4	1,38	1,34	1,65	1,12	26	<b>23,8</b>	да	да
5	1,4	1,4	1,32	1,65	25,8	24,5	да	да
6	1,42	1,43	1,17	1,39	25,2	25,1	да	да
7	1,27	1,17	1,21	1,78	24,7	25,7	да	да
8	1,37	<b>0,97</b>	1,49	1,96	24,2	25,3	да	да
9	1,5	1,12	1,43	<b>2,08</b>	24,1	25,2	да	да
10	1,46	1,36	1,6	<b>2,14</b>	24,9	25,9	да	да
11	<b>1,58</b>	1,23	1,63	2	25,3	25,4	да	да
12	1,44	1,34	1,81	1,94	25,7	24,8	да	да
13	1,39	1,22	1,97	1,72	25,6	25,9	да	да
14	1,37	1,48	<b>2,12</b>	1,58	<b>26,2</b>	25,7	да	да
15	1,28	1,5	1,74	1,76	25,4	26	да	<b>не</b>
16	1,34	<b>1,53</b>	1,84	1,26	24,8	24,8	да	да
17	1,17	1,41	2	1,19	24	24,3	да	да
18	1	1,39	1,69	<b>0,89</b>	24,3	25	да	да
19	1,15	1,26	1,52	1,21	25,1	25,5	да	да
20	1,25	1,33	1,67	1,38	25,6	25,8	да	да

Таблица 3

Пара- метри	ПОДСИСТЕМИ					
	C3	C2	C1		B	A
	w, %	w, %	m, g	w, %	m, g	кач-во
$\bar{x}_i$	1,5	1,25	42	2,75	25	-
$s_i$	0,5	0,25	2	0,25	1	-
$\bar{x}_i \pm s_i$	1,5 ± 0,5	1,25 ± 0,25	42 ± 2	2,75 ± 0,25	25 ± 1	да
Интервали на стабилност						

Таблица 4

Подсис- тема L	Обем на извад- ката	Брой изделия в интервал		P	1-P	-Plog <sub>2</sub> P	-(1-P). log <sub>2</sub> (1-P)	H	η <sub>i</sub>
		I	II						
C <sub>3,1</sub>	20	19	1	0,95	0,05	0,07	0,22	0,29	0,71
C <sub>3,8</sub>	20	17	3	0,85	0,15	0,20	0,41	0,61	0,39
C <sub>2,1</sub>	20	19	1	0,95	0,05	0,07	0,22	0,29	0,71
C <sub>2,8</sub>	20	18	2	0,90	0,1	0,14	0,33	0,47	0,53
C <sub>1K1</sub>	20	18	2	0,90	0,1	0,14	0,33	0,47	0,53
C <sub>1K8</sub>	20	18	2	0,90	0,1	0,14	0,33	0,47	0,53
B <sub>1</sub>	20	19	1	0,95	0,05	0,07	0,22	0,29	0,71
B <sub>8</sub>	20	19	1	0,95	0,05	0,07	0,22	0,29	0,71
A <sub>1</sub>	20	20	0	1,00	0	0,00	0,00	0,00	1,00
A <sub>8</sub>	20	19	1	0,95	0,05	0,07	0,22	0,29	0,71



Фиг. 3. Диаграма за определяне на пътищата на развитие

### Заклучение

Стойността на изчисленото ниво на цялост на технологичната поточна линия за производство на тунквани вафли и за двата наблюдавани периода е  $\theta < 0$ , което е показател за организирана комплексно-механизирана система, нуждаеща се от повишаване на цялостта. Усилията за развитие трябва да се насочат към съкращаване на технологията с въвеждане на иновативни такива (път 1) или повишаване на надежността на машините и апаратите в съществуващата линия (път 2). Първият път на развитие изисква съвместна работа на инженер-технолози и машинни инженери. Вторият път на развитие е от областта на машинното инженерство като може да включва и използване на нови, по-съвременни и високонадеждни машини и съоръжения

### Литература

- [1] Вакрилов В. – «Технология на захарните изделия» ВИХВП Пловдив, 1988г.
- [2] Панфилов В.А. (1993) “Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока)”, Москва, Колос.
- [3] Ненов В., С.Атанасова (2008) “Операторен модел на технологична поточна линия за производство на шоколадови бонбони”, Научна конференция СУБ Пловдив, том XII ноември, стр.63-67
- [4] Ненов В., С.Атанасова, (2009) «Оценка на стабилността на линия за производство на шоколадови бонбони», сп. ”Хранителна промишленост” , бр.7, стр.55-57.